

## PEMISAHAN ALPHA-SELULOSA DARI LIMBAH BATANG UBI KAYU MENGGUNAKAN LARUTAN NATRIUM HIDROKSIDA

Laurentius Urip Widodo, Ketut Sumada, Caecilia Pujiastuti, Novel Karaman

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Jawa timur  
Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294  
Telepon (031) 8782179, faks (031) 8782257  
E-mail Gerak\_Samodro3@yahoo.com

### Abstrak

Proses pengambilan alpha-selulosa dapat dilakukan dalam dua tahap yaitu : proses prehidrolisis dan proses delignifikasi. Proses prehidrolisis bertujuan untuk menghilangkan bahan-bahan ekstraktif (mudah larut) yang ada dalam batang ubi kayu, dilakukan menggunakan pelarut air dengan perbandingan berat bahan terhadap pelarut 1:20 pada suhu 100 °C selama 2,5 jam. Sedangkan proses delignifikasi selain untuk menghilangkan lignin juga untuk melarutkan hemiselulosa sehingga diperoleh kandungan alpha-selulosa yang tinggi. Proses delignifikasi dilakukan dengan menggunakan pelarut alkali (NaOH) dengan variasi konsentrasi: 15%, 20%, 25% dan 30%, serta waktu delignifikasi divariasikan 30, 60, 90 dan 120 menit pada temperatur proses tetap 128 °C, dengan perbandingan berat bahan terhadap pelarut NaOH 1:20. Dari hasil percobaan diperoleh kondisi operasi terbaik pada konsentrasi NaOH 25 % dan waktu delignifikasi 60 menit kandungan alpha-selulosa yang didapatkan sebesar 67,69% berat.

**Kata Kunci :** Alpha selulosa, delignifikasi, batang ubi kayu.

## SEPARATION OF ALPHA-CELLULOSE FROM CASSAVA STEM WASTE USING NATRIUM HYDROXIDE SOLUTION

### Abstract

The process of taking alpha-cellulose can be done in two stages: the prehidrolisis and delignification processes. Prehidrolisis process aims to eliminate extractive materials (readily soluble) are present in cassava stem, performed using a solvent of water with the weight ratio of solvent materials 1: 20 at a temperature of 100 °C for 2.5 jam. The delignification process not only to remove lignin but also to dissolve the hemicellulose content in order to obtain a high alpha-cellulose. Delignification process is done by using a solvent alkali (NaOH) by varying the content of: 15%, 20%, 25% and 30%, and delignification time was varied 30, 60, 90 and 120 minutes at a temperature of 128 °C fixed process, the weight ratio of solvent materials 1:20 NaOH. From the experimental results obtained on the best operating conditions 25% NaOH concentration and delignification time 60 minute alpha-cellulose content obtained at 67,69% by weight.

**Keyword:** Alpha cellulose, delignification, stem of cassava.

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara penghasil ubi kayu terbesar ke lima di dunia dimana produksi ubi kayu Nasional pada tahun 2010 mencapai 23 juta ton (Tabloid sinartani, 2012), yang dapat menghasilkan batang ubi kayu kurang lebih sampai 2,3 juta ton dengan asumsi ratio ubi kayu : batang sebesar 10:1. Pemanfaatan tanaman ubi kayu sebagian besar ubinya untuk kebutuhan pangan dan produksi bioetanol. Sedangkan bagian batang hanya 10 % dari tinggi batang dimanfaatkan untuk ditanam kembali (bibit), dan 90% merupakan limbah. Limbah ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk alpha-selulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri: Pulp, kertas, bahan peledak, membran, plastik, dan sebagainya (Sumada,dkk.,2011). Batang ubi kayu merupakan limbah lignoselulosa yang merupakan limbah organik, saat ini banyak diteliti kemungkinan alpha-selulosa sebagai sumber bioenergi yang terbarukan. Lignoselulosa terdiri dari tiga komponen penyusun utama yaitu alpha-selulosa, hemiselulosa dan lignin dari komponen tersebut lignin bersifat sebagai pengikat/ perekat kedua komponen lainnya dan juga lignin yang menyebabkan kayu menjadi keras. Oleh karena itu didalam pengambilan alpha-selulosa faktor terpenting adalah proses pengurangan atau penghilangan lignin yang disebut dengan proses delignifikasi. Alkali merupakan pereaksi delignifikasi dapat menurunkan kadar lignin yang terkandung dalam batang. Proses delignifikasi dipengaruhi kondisi pemasakan meliputi: konsentrasi larutan pemasak, suhu, tekanan dan waktu pemasakan. (Musrawati, 2007), sehingga apabila lignin sebagai pengikat hilang maka dua komponen lainnya hemiselulosa dan alpha-selulosa menjadi terlepas, dengan adanya NaOH maka hemiselulosa akan larut. Berdasarkan derajat polimerisasi (DP) dan kelarutan dalam senyawa NaOH 17,5%, selulosa dapat dibedakan atas tiga jenis yaitu: Selulosa  $\alpha$  (Alpha Cellulose) adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan DP (derajat polimerisasi) 600-1500. Selulosa  $\alpha$  dipakai sebagai penganda dan atau penentu tingkat kemurnian selulosa. Selulosa  $\beta$  (Beta Cellulose) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP 15-90, dapat mengendap bila dinetralkan. Selulosa  $\gamma$  (Gamma cellulose) sama dengan selulosa  $\beta$ , tetapi DP nya kurang dari 15.

Selain itu ada yang disebut Hemiselulosa dan Holoselulosa yaitu: Hemiselulosa adalah polisakarida yang bukan selulosa, jika dihidrolisis akan menghasilkan D-manosa, D-galaktosa, D-Xylosa, L-arabinosa dan asam uranat. Holoselulosa adalah bagian dari serat yang bebas dari sari dan lignin terdiri dari campuran semua selulosa dan

dan hemiselulosa (Tarmansyah, 2011). Hemiselulosa merupakan istilah umum bagi polisakarida yang larut dalam alkali (Hermiati, 2010).

Beberapa penelitian yang sudah dilakukan terkait dengan penelitian ini adalah: penelitian tentang kajian proses isolasi alpha-selulosa dari Limbah batang tanaman manihot *esculenta crantz* yang efisien, didapatkan limbah batang tanaman *Manihot esculenta crantz*, kandungan serat/kayunya 65,38% dan alpha-selulosa 56,82%. Setelah proses delignifikasi didapatkan kadar alpha-selulosa 88,90 % dengan konsentrasi  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  20%, waktu pemasakan 2 jam dengan suhu 105 °C dan ratio bahan dengan cairan pemasak 1:8. Selanjutnya setelah proses bleaching didapatkan kadar Alpha-selulosa 90,41% dengan konsentrasi  $\text{H}_2\text{O}_2$  2%, waktu bleaching 2 jam dan suhu 60 °C. (Sumada,dkk., 2011). Penelitian delignifikasi batang kelapa sawit non produktif untuk pembuatan pulp dengan proses soda, didapatkan rendemen pulp tertinggi 17,30 dengan penambahan NaOH 25%, waktu pemanasan 1 jam, suhu operasi berkisar 160-165 °C dan ratio larutan pemasak dengan bahan baku 4:1. (Musrawati, 2007). Penelitian pembuatan pulp dari jerami padi dengan menggunakan Natrium Hidroksida didapatkan selulosa 87,833 %, hemiselulosa 6,713 % dan lignin 9,6% dengan suhu pemasakan 110 °C, waktu 120 menit dan konsentrasi NaOH 8 %. (Jalaluddin,2005). Kajian pembuatan Alpha- selulosa dari batang pisang sebagai bahan baku alternatif pembuatan kertas dengan proses delignifikasi, didapatkan hasil alpha-selulosa 87,3% dengan konsentrasi NaOH 16%, waktu pemasakan 2 jam dan suhu 105 °C, untuk batang pisang jenis klutuk dimana ratio berat bahan dengan volume NaOH 1:8, menggunakan bahan bleaching  $\text{H}_2\text{O}_2$  sebanyak 1liter dan NaOCl 5 % dengan waktu bleaching 2 jam pada temperatur 60°C. (Widodo, dkk., 2010). Variasi Proses pulping kraft dari jenis Bambu petung sebagai bahan baku pulp dan kertas, didapatkan rendemen pulp 45,72 %, lignin 2,23% dan bilangan Kappa 14,99 pada kondisi konsentrasi alkali aktif 16%, sulfiditas 25%, suhu 175 °C, waktu pemasakan 1 jam, ratio pemasakan 1:4 dan aditif antara quinon 0,1%. (Sukaton , 2004).

Reaksi hidrolisis alkali dapat mengurangi berat molekul dari struktur lignin dan juga membuang kelompok methoxyl (-O-CH<sub>3</sub>) yang menyebabkan pembentukan ion phenolate. Selama proses pembuatan pulp kraft lignin tidak semua terambil, sekitar 90% dari lignin terambil dan 10% atau lebih yang tersisa dalam pulp, sehingga memberikan karakteristik warna cokelat. Lignin sisa dalam pulp secara komersial dihilangkan dengan cara bleaching dengan bahan-bahan kimia yang berbasis klorin/chlorine-based. (Behin, 2008). Pada suhu tinggi, lignin dapat mengalami perubahan struktur dengan membentuk asam format, metanol, asam asetat, aseton, vanilin

dan lain - lain. Sedangkan bagian lainnya mengalami kondensasi (Judoamidjojo, 1989). Menurut (Fuadi dan Sulistya, 2008) komponen lain dalam kayu yang larut dalam larutan organik netral atau air disebut ekstraktif. Beberapa diantaranya adalah lemak, lilin, terpena, terpenoid, steroid, senyawa-senyawa fenol, protein dan kanji. Tujuan dari pada percobaan ini melakukan isolasi alpha-selulosa dari batang ubi kayu yang sampai sekarang masih merupakan limbah yang belum diolah menjadi bahan yang bernilai ekonomi, selain hanya sebagai kayu bakar. Percobaan dilakukan dengan dua tahap proses yaitu tahap pertama proses prehidrolisis dan tahap kedua proses delignifikasi dengan memvariasikan konsentrasi NaOH dan waktu delignifikasi diharapkan memperoleh kandungan alpha-selulosa yang tinggi.

### METODE PENELITIAN

Bahan yang diperlukan adalah Limbah batang ubi kayu (manihot utilisima), NaOH, Air. Untuk peralatan yang digunakan berupa pengupas dan pemotong batang ubi kayu, kompor/pemanas, alat prehidrolisis(tangki), alat delignifikasi (autoclave), saringan/ayakan, oven/pengering.

#### Pelaksanaan Penelitian :

Batang ubi kayu (manihot utilisima) diparut hingga menjadi serpihan kayu, keringkan dalam oven untuk menghilangkan kandungan airnya. Percobaan isolasi alpha-selulosa dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap proses prehidrolisis dan tahap proses delignifikasi. Untuk tahap proses prehidrolisis ambil serpihan kayu dari ubi kayu yang sudah kering dan tambahkan pelarut air, dengan perbandingan bahan (serpihan kayu) dengan pelarut (air) sebesar 1:20 dan panaskan pada suhu 100 °C selama 2,5 jam. Selanjutnya saring dan keringkan padatan (serpihan kayu) yang tertahan. Pada tahap proses delignifikasi, bahan kering dari hasil prehidrolisis ditambahkan pelarut alkali dengan perbandingan bahan terhadap pelarut (NaOH) sebesar 1:20, variasikan konsentrasi pelarut (NaOH) 15%;20%;25%;30% (w/v) dengan lama waktu delignifikasi 30;60;90 dan 120 menit. Panaskan pada suhu tetap 128 °C, setelah waktu delignifikasi yang ditentukan selesai saring dan padatan yang tertahan dicuci dengan air panas selanjutnya cuci dengan air dingin sampai bersih dari pelarut (NaOH). Keringkan hasil delignifikasi yang sudah bersih tersebut dalam oven dan siap untuk dilakukan analisa kandungan alpha-selulosanya.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Fisik dan kimia batang ubi kayu (Manihot Utilissima) hasil analisis percobaan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Data Kualitas Fisik Batang Tanaman Ubi Kayu

Komponen	Kandungan, (%) berat
Kulit kayu	29,75
Gabus	4,46
Kayu	65,79

Tabel 2. Komposisi Kimia Batang Ubi Kayu (Manihot Utilissima)

Komponen	Kandungan, (%) berat
Alpha-selulosa	38,76
Hemiselulosa	24,35
Lignin	13,18
Bahan-bahan ekstraktif	22,16
Abu	1,55

Hasil analisis bahan setelah proses prehidrolisis dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Analisis Proses Prehidrolisis

Komponen	Kandungan, (%) berat
Alpha-selulosa	48,87
Hemiselulosa	26,29
Lignin	22,62
Bahan-bahan ekstraktif	0,67

Hasil analisis bahan setelah proses delignifikasi dapat dilihat pada tabel 4, tabel 5 dan tabel 6.

Tabel 4. Data Hasil Analisa Kandungan Alpha Selulosa.

Waktu Delignifikasi (Menit)	Konsentrasi NaOH ( % w/v)			
	15	20	25	30
	Kandungan Alpha-Selulosa (% Berat)			
30	56,62	57,15	62,54	56,14
60	64,97	64,18	67,69	64,70
90	65,60	67,22	65,96	62,91
120	64,96	64,66	64,80	62,77

Tabel 5. Data Hasil Analisa Kandungan Hemi – selulosa

Waktu Delignifikasi (Menit)	Konsentrasi NaOH ( % w/v)			
	15	20	25	30
	Kandungan Hemiselulosa (% Berat)			
30	16,27	15,98	11,08	20,85
60	8,00	9,64	9,17	11,23
90	8,69	12,05	10,98	12,34
120	10,21	8,24	9,66	13,46

Tabel 6. Data Hasil Analisa Kandungan Lignin

Waktu Delignifikasi (Menit)	Konsentrasi NaOH ( % w/v)			
	15	20	25	30
	Kandungan Lignin (% Berat)			
30	25,55	25,32	24,83	21,45
60	25,47	24,63	21,60	22,52
90	24,16	19,18	21,51	23,20
120	23,28	25,55	23,99	22,22

Batang ubi kayu setelah dilakukan analisis fisik dapat diketahui kandungan kayunya sebesar 65,79% seperti pada tabel 1, dengan demikian dapat diketahui banyaknya kayu didalam limbah batang ubi kayu (Manihot Utilissima). Kadar kayu yang didapat hampir sama dengan hasil analisa dari (Sumada, dkk., 2011) yaitu 65,38% sehingga dapat dikatakan kandungan kayu dari ubi kayu mempunyai kisaran yang hampir sama walau dengan jenis ubi kayu yang berbeda. Dari hasil analisis kimia batang ubi kayu pada tabel 2, didapat kandungan Alpha-selulosa 38,76%, Hemiselulosa 24,35%, Lignin 13,18%, bahan-bahan ekstraktif 22,16% dan kadar abu 1,55%. Dengan diketahui kandungan lignoselulosa yang terdapat didalam limbah batang ubi kayu maka batang ubi kayu sendiri dapat dikatakan termasuk jenis kayu lunak.

Kandungan Alpha selulosa hasil analisa kimia batang ubi kayu (Sumada, dkk., 2011) didapatkan 56,82% ini sangat jauh berbeda dengan hasil penelitian ini yaitu 38,76% dimungkinkan karena pada analisa kimia penelitian (Sumada, dkk., 2011) tidak dilakukan analisa kandungan lignoselulosa secara keseluruhan sehingga tidak diketahui kandungan hemiselulosa, lignin dan bahan lain yang ada dalam batang ubi kayu.

Proses prehidrolisis bertujuan untuk menghilangkan bahan-bahan yang mudah larut (ekstraktif). Dari hasil analisa bahan baku awal diperoleh kandungan bahan-bahan ekstraktif sebesar 22,16 % dapat dilihat pada Tabel 2. Setelah perlakuan proses pre-hidrolisis terjadi penurunan kandungan bahan-bahan ekstraktif yang cukup besar yaitu hingga mencapai 0,67% dapat dilihat pada Tabel 3. Penurunan bahan ekstraktif tersebut diakibatkan karena bahan tersebut larut didalam air saat proses prehidrolisis, hal ini sesuai dengan pernyataan Fuadi, dan Sulisty (2008) akibatnya terjadi peningkatan kandungan lignoselulosa dalam batang ubi kayu. Peningkatan tersebut sangat berarti sekali yaitu kandungan alpha-selulosa yang awalnya 38,76% menjadi 48,87% ; hemiselulosa 24,35% menjadi 26,29% dan lignin yang awalnya 13,18% menjadi 22,62%. Jadi dapat dikatakan bahwa proses prehidrolisis hanya mampu menghilangkan bahan-bahan ekstraktif yang ada didalam batang ubi kayu saja.

Proses delignifikasi bertujuan meningkatkan kandungan alpha-selulosa dan menurunkan kandungan hemiselulosa dan lignin yang terdapat dalam batang ubi kayu, kandungan alpha-selulosa hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 4 yaitu didapatkan kandungan alpha-selulosa terbesar 67,69% pada konsentrasi NaOH 25%, waktu delignifikasi 60 menit pada temperatur 128 °C . Kenaikan kandungan alpha selulosa tersebut akibat terjadinya penurunan kandungan hemiselulosa dan lignin selama proses deligni-

fikasi berlangsung. Semakin besar konsentrasi NaOH dan lama waktu delignifikasi menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan alpha-selulosa seperti terlihat pada Tabel 4, akan tetapi dengan konsentrasi yang terlalu besar dan waktu delignifikasi yang terlalu lama maka kandungan alpha-selulosa tidak menunjukkan kenaikan tetapi cenderung terjadi penurunan. Penurunan tersebut diakibatkan karena kelarutan hemiselulosa kedalam larutan NaOH menjadi berkurang seperti terlihat 5. Hal ini disebabkan semakin besar konsentrasi jumlah air bebas dalam larutan NaOH berkurang, karena sebagian besar air sudah digunakan oleh NaOH untuk melarut maka air bebas dalam larutan menjadi kecil. Ini sesuai dengan prinsip/teori pelarutan, demikian juga untuk waktu delignifikasi yang terlalu lama menyebabkan air yang ada dalam larutan NaOH juga mengalami pengurangan dikarenakan terjadinya penguapan akibat pemanasan yang lama. Jumlah air bebas yang kecil tersebut sangat berpengaruh pada kelarutan hemiselulosa, karena setiap pelarutan selalu membutuhkan adanya air bebas yang ada dalam larutan tersebut untuk melarut. Sedangkan untuk lignin dalam proses ini kurang menunjukkan pengurangan yang berarti, dari tabel 6 terlihat bahwa kandungan lignin disini masih tinggi. Justru cenderung terjadi peningkatan kandungan lignin yang semula 22,62% pada saat proses hasil prehidrolisis, setelah dilakukan proses delignifikasi rata-rata dapat dikatakan hampir lebih tinggi dari keadaan semula kalau ada penurunan tidaklah memberikan arti yang besar pada kenaikan alpha-selulosa. Kenaikan lignin yang lebih besar dari keadaan semula disebabkan karena adanya penurunan dari hemiselulosa. Penurunan hemiselulosa ini menyebabkan peningkatan kandungan dua unsur lainnya yaitu alpha-selulosa dan lignin yang semula berada dalam satu ikatan lignoselulosa. Dalam proses delignifikasi lignin belum/ tidak terdegradasi hanya terjadi pelunakan saja, sehingga hemiselulosa yang semula terikat oleh lignin menjadi terbebas dan sebagian besar bisa larut kedalam larutan NaOH. Sedang lignin karena hanya melunak maka sebagian kecil saja yang larut dalam NaOH atau bahkan tidak ada yang larut dilihat dari rata-rata kandungan lignin yang masih tinggi. Menurut Judoamidjojo (1989) pada suhu tinggi lignin dapat mengalami perubahan struktur, dari pernyataan tersebut dimungkinkan lignin dalam percobaan ini belum terdegradasi disebabkan temperatur pada proses delignifikasi kurang tinggi. Hal ini dikuatkan lagi dari hasil penelitian Sukaton (2004) dimana pada pemanasan 175 °C kandungan lignin setelah proses delignifikasi cukup rendah yaitu 2,23%.

## SIMPULAN

Hasil analisis kandungan batang tanaman ubi kayu untuk kualitas fisik, bahwa jumlah kayu dalam batang ubi kayu sebesar 65,79% dari berat total batang ubi kayu, sedang untuk analisis persentase kualitas kimia batang tanaman ubi kayu termasuk pada jenis tanaman kayu lunak. Dapat disimpulkan bahwa proses prehidrolisis hanya mampu menghilangkan/ mengurangi kandungan bahan - bahan ekstraktif yang ada dalam kayu dari batang ubi kayu saja. Untuk hasil proses delignifikasi terbaik diperoleh kandungan alpha-selulosa 67,69% berat pada konsentrasi NaOH 25% (w/v) dan waktu delignifikasi 60 menit dengan temperatur operasi 128 °C.

## PUSTAKA

- Behin,J., (2008), *Dissolving pulp ( alpha-cellulose ) from corn stalk by kraft process*, Iranian journal of chemical engineering Vol.5, No.3 (summer).
- Fuadi,A.M., H.Sulistya ( 2008 ), *Pemutihan Pulp Dengan Hidrogen Peroksida*, Jurnal Reaktor, vol 12, No 2, hal 123-128.
- Hermiati E., 2010, "Pemanfaatan Biomassa Ligno selulosa Ampas Tebu Untuk Produksi Bio- etanol", Jurnal Litbang Pertanian, 29(4).
- Jalaludin, (2005), *Pembuatan pulp dari jerami padi dengan menggunakan natrium hidroksida*, Jurnal sistem teknik industri Vol. 6, No. 5, Hal 53-56.
- Judoamidjojo, (1989) , "Lignin" <http://ekonopianto.blogspot.com/2009/04/lignin.html> diakses tanggal 13 Juni 2012.
- Musrawati, (2007), *Delignifikasi batang kelapa sawit Non produktif untuk pembuatan pulp dengan proses soda*, ILTEK, Vol.II, No.3.
- Sumada K., Tamara P.E., Alqani F., ( 2011 ), *Kajian proses isolasi alpha -selulosa dari limbah batang tanaman manihot esculenta crantz yang efisien*, Jurnal teknik kimia Vol.5, No.2.
- Sukatoni E., 2004, *Variasi Proses Pulping Kraft dari Jenis Bambu Petung Sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas*, Rimba Kalimantan Fakultas Kehutanan Unmul, Vol.9, No.1, hal. 21-24.
- Tarmansyah, U.S., 2011, " *Pemanfaatan Serat Rami untuk Pembuatan Selulosa* ", Tim Puslitbang Indhan Balitbang Dephan ,(Online), <http://www.balitbang.kemhan.go.id/?q=content/pemanfaatan-serat-rami-untuk-pembuatan-selulosa>, diakses tgl. 7 Januari 2012).
- Widodo L.U., Wawan S., Arif Budi Y., 2010, *Kajian Pembuatan Alpha Selulosa dari Batang Pisang Sebagai Bahan Baku Alternatif Pembuatan kertas Dengan proses Delignifikasi*, Makalah Seminar Nasional Teknik Kimia Ketahanan Pangan dan Energi, ISSN 1978-0427.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya pada UPN "Veteran" Jatim atas segala bantuan dana dan motivasi, serta LPPM-UPN "Veteran" Jatim atas segala bantuan administrasi yang harus dilalui peneliti sehingga penelitian ini terlaksana.